

ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ И РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ $\gamma \rightarrow \varepsilon \rightarrow \alpha$ ПРЕВРАЩЕНИЙ В МЕТАСТАБИЛЬНЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЯХ

Храмцова К.Д., Тюшляева Д.С.

Руководитель - доц., д.т.н. Мальцева Л.А.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
mla44@mail.ru

Целью данного исследования явилось выявление роли кобальта в формировании структуры и физико-механических свойств сложнолегированных аустенитных сталей отличающихся содержанием кобальта от 5,0 (пл.129) до 1,0% (пл.5) и без него (пл. 11) , при различных степенях деформации. Для указанных сталей важная технологическая операция в производственном цикле – холодное волочение, которое не только обеспечивает получение проволоочной заготовки заданного размера, но и является эффективным способом структурного упрочнения и формирования конечных служебных свойств будущего изделия. Все исследуемые стали превосходят по уровню механических свойств коррозионностойкую сталь 12X18H10T промышленной выплавки и обладают повышенным запасом пластичности в закаленном состоянии, вследствие высокой плотности легкоподвижных дислокаций и низкого содержания примесей внедрения, что позволяет осуществлять на них холодную пластическую деформацию с высокими степенями обжатия. Наличие деформационно-метастабильного аустенита и явно выраженный трип-эффект, который имеет место в этих сталях позволяет существенно уменьшить число промежуточных смягчающих обработок при производстве изделий или полуфабрикатов. Исследуемые стали после закалки от 1000° С в воду были протянуты без промежуточных отжигов с диаметра 8,0 на 0,88 мм. Истинная деформация (ϵ) при этом составила порядка 4. По маршруту волочения были отобраны образцы для дальнейших исследований. При малых и средних степенях обжатия количество мартенсита деформации отличается у плавок с различным содержанием кобальта, а при интенсивных степенях деформации различие выравнивается, и для $\epsilon = 4$ составляет 93–98 %. Подобное различие в количестве α фазы при малых и средних степенях обжатия можно объяснить присутствием в закаленном состоянии в сталях с пониженным содержанием кобальта и без него δ -феррита , а выравнивание - большей интенсивностью образования α -мартенсита деформации в сталях с пониженным содержанием кобальта (см.табл.). Проведенные исследования эволюции структурообразования исследуемых сталей в процессе деформации показали, что при малых степенях деформации $\sim 30\%$ ($\epsilon=0,39$) в сталях, содержащих $\sim 5,0$ % кобальта, на фоне однородно распределенных

дислокаций появляются многочисленные дефекты упаковки, двойники, которые

Таблица

Количество мартенсита деформации в зависимости
от степени истинной деформации

$\epsilon = 2 \ln d_0/d_x$	$\alpha, \%$		
	плавка 129	плавка 5	плавка 11
0	0	5,0	2,0
1,15	25,8	45,1	71,4
2,99	84,3	89,2	87,8
4,15	92,9	98,3	97,7

сначала располагаются по одной системе сначала располагаются по одной системе сдвига $\{111\} \langle 112 \rangle$, а затем с увеличением степени деформации по двум и более системам и возникают пластинки ϵ -мартенсита. Следует отметить, что в сталях с пониженным содержанием кобальта при тех же степенях деформации образование ϵ -мартенсита не наблюдалось. При дальнейшем увеличении степени обжатия в структуре всех исследуемых сталей появляется мартенсит деформации, количество которого увеличивается с увеличением степени холодной пластической деформации. Чаще всего образование ϵ -мартенсита в сталях на Fe-Cr-Ni основе наблюдали только при малых степенях деформации. Однако, как установлено в работе Ю.А. Скакова, кобальт подавляет образование α -мартенсита и усиливает процесс формирования ϵ -мартенсита. Поэтому можно предположить, что процесс микродвойникования в кобальтсодержащих сталях мешает процессу образования мартенсита деформации, и количество мартенсита деформации на начальных стадиях обжатия увеличивается незначительно. Следовательно, в сталях с пониженным содержанием кобальта $\gamma \rightarrow \alpha$ превращение происходит при меньших степенях обжатия и характеризуется большей интенсивностью мартенситообразования. Легирование кобальтом $\sim 5,0 \%$ способствует процессу микродвойникования и образованию ϵ -мартенсита, который наблюдается вплоть до степеней обжатия $\sim 40\%$ при этом область начала образования α -мартенсита сдвигается в сторону больших деформаций, способствуя сохранению пластичности до более высоких степеней обжатия за счет протекания ТРИП-эффекта.

Работа выполнена при частичной поддержке проектов в Федеральной целевой программе «Развитие потенциала высшей школы» (2010-2013 г.г) – тема № 62265; и проекта в Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 г.г, тема № 62261.